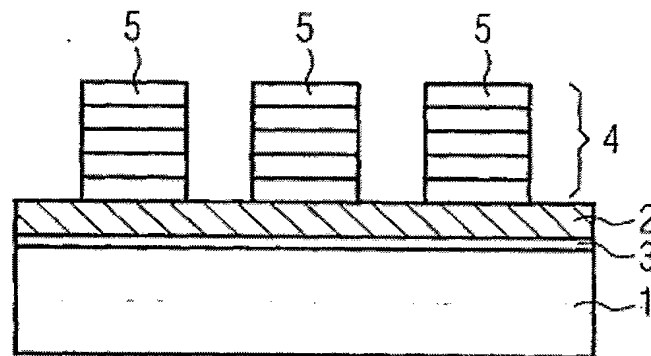


Method for fabricating a semiconductor component based on GaN**Publication number:** DE10051465**Publication date:** 2002-05-02**Inventor:** HAHN BERTHOLD (DE); BADER STEFAN (DE);
EISERT DOMINIK (DE); HAERLE VOLKER (DE)**Applicant:** OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH (DE)**Classification:****- international:** **H01L33/00**; H01L27/15; **H01L33/00**; H01L27/15; (IPC1-7): H01L33/00**- european:** H01L33/00B6B; H01L33/00B6C2; H01L33/00G3D**Application number:** DE20001051465 20001017**Priority number(s):** DE20001051465 20001017**Also published as:**WO0233760 (A1)
US2004033638 (A1)
EP1327267 (A0)
CN1471733 (A)

Report a data error here

Abstract of DE10051465

The invention relates to a method for the production of a semiconductor component, comprising a number of GaN layers, preferably serving as a radiation generator. A number of GaN-based layers (4) are deposited on a composite substrate, comprising a substrate body (1) and an intermediate layer (2), whereby the thermal coefficient of expansion of the substrate body (1) is similar to, or preferably greater than the thermal coefficient of expansion of the layers (4) based on GaN and the GaN-based layers (4) are deposited on the intermediate layer (2). The intermediate layer and the substrate body are connected by means of a wafer bonding process.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
25. April 2002 (25.04.2002)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 02/33760 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **H01L 33/00**,
27/15, 21/18

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE01/03851

(22) Internationales Anmeldedatum:
8. Oktober 2001 (08.10.2001)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
100 51 465.0 17. Oktober 2000 (17.10.2000) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH &
CO. OHG** [DE/DE]; Wernerwerkstr. 2, 93049 Regens-
burg (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BADER, Stefan**
[DE/DE]; Deutschherrnweg 2, 93053 Regensburg (DE).

EISERT, Dominik [DE/DE]; Agricolaweg 11, 93049
Regensburg (DE). **HAHN, Berthold** [DE/DE]; Am
Pfannenstiel 2, 93155 Hernau (DE). **HÄRLE, Volker**
[DE/DE]; Eichenstrasse 35, 93164 Waldetzenberg (DE).

(74) Anwalt: **EPPING HERMANN & FISCHER**; Ridler-
strasse 55, 80339 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): CA, CN, JP, KR, US.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,
BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,
NL, PT, SE, TR).

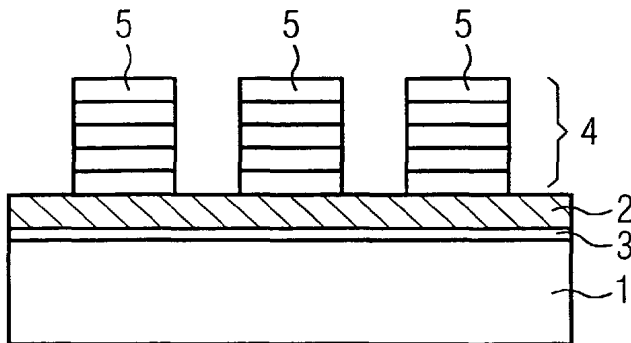
Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden
Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen
eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen
Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on
Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe
der PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: METHOD FOR THE PRODUCTION OF A SEMICONDUCTOR COMPONENT MADE FROM GAN

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES HALBLEITERBAUELEMENTS AUF GAN-BASIS



(57) Abstract: The invention relates to a method for the
production of a semiconductor component, comprising a
number of GaN layers, preferably serving as a radiation
generator. A number of GaN-based layers (4) are deposited
on a composite substrate, comprising a substrate body (1)
and an intermediate layer (2), whereby the thermal coeffi-
cient of expansion of the substrate body (1) is similar to, or
preferably greater than the thermal coefficient of expansion
of the layers (4) based on GaN and the GaN-based layers (4)
are deposited on the intermediate layer (2). The intermedi-
ate layer and the substrate body are connected by means of
a wafer bonding process.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung beschreibt ein Verfahren zur Herstellung eines Halbleiterbauelements mit einer Mehrzahl von Gan-basierenden Schichten, das vorzugsweise der Strahlungserzeugung dient. Dabei wird eine Mehrzahl Gan-basierender Schichten (4) auf ein Verbundsubstrat aufgebracht, das einen Substratkörper (1) und eine Zwischenschicht (2) aufweist, wobei der thermische Ausdehnungskoeffizient des Substratkörpers (1) ähnlich oder vorzugsweise grösser ist als der thermische Ausdehnungskoeffizient des Gan-basierenden Schichten (4) und die Gan-basierenden Schichten (4) auf der Zwischenschicht (2) abgeschieden werden. Bevorzugt ist die Zwischenschicht und der Substratkörper durch ein Waferbonding-Verfahren verbunden.



WO 02/33760 A1

Beschreibung

Verfahren zur Herstellung eines Halbleiterbauelements auf GaN-Basis

5

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung eines Halbleiterbauelements auf GaN-Basis nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

- 10 Halbleiterbauelemente auf GaN-Basis dienen vorwiegend der Strahlungserzeugung im blau-grünen Spektralbereich und weisen eine Mehrzahl von Schichten auf, die aus einem GaN-basierenden Material bestehen. Solche Materialien sind neben GaN selbst von GaN abgeleitete oder mit GaN verwandte Materialien
15 sowie darauf aufbauende ternäre oder quaternäre Mischkristalle. Insbesondere fallen hierunter die Materialien AlN, InN, AlGaN ($\text{Al}_{1-x}\text{Ga}_x\text{N}$, $0 \leq x \leq 1$), InGaN ($\text{In}_{1-x}\text{Ga}_x\text{N}$, $0 \leq x \leq 1$), InAlN ($\text{In}_{1-x}\text{Al}_x\text{N}$, $0 \leq x \leq 1$) und AlInGaN ($\text{Al}_{1-x-y}\text{In}_x\text{Ga}_y\text{N}$, $0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$). Die Bezeichnung "GaN-basierend" bezieht sich im folgenden neben GaN selbst auf diese Materialsysteme.
20

Zur Herstellung von GaN-basierenden Halbleiterbauelementen werden üblicherweise Epitaxieverfahren herangezogen. Die Auswahl des Epitaxiesubstrats ist dabei sowohl für den Herstellungsprozeß als auch die Funktion des Bauelements von entscheidender Bedeutung.
25

Häufig werden hierfür Saphir- oder SiC-Substrate verwendet, die jedoch beide gewisse Nachteile mit sich bringen. So ist
30 beispielsweise die Gitterfehlانpassung bei Saphir bezüglich GaN-basierenden Schichten vergleichsweise groß.

SiC-Substrate weisen diesbezüglich eine bessere Gitteranpassung an GaN-basierende Materialien auf. Allerdings ist die
35 Herstellung von SiC-Substraten mit ausreichender Kristallqualität mit sehr hohen Kosten verbunden. Zudem ist die Ausbeute an GaN-basierenden Halbleiterbauelementen vergleichsweise ge-

ring, da die Größe von SiC-Wafern auf Durchmesser begrenzt ist, die typischerweise deutlich unter 150 mm liegen.

5 Aus der Patentschrift US 5,786,606 ist ein Herstellungsverfahren für strahlungsemittierende Halbleiterbauelemente auf GaN-Basis bekannt, bei dem auf einem SIMOX-Substrat (Separation by IMplantation of OXYgen) oder einem SOI-Substrat (Silicon On Isolator) zunächst eine SiC-Schicht epitaktisch aufgewachsen wird. Auf dieser SiC-Schicht wird danach eine Mehr-
10 zahl von GaN-basierenden Schichten abgeschieden.

Durch die SiC-Schicht wird jedoch die Strahlungsausbeute des Bauelements reduziert, da in der SiC-Schicht ein Teil der erzeugten Strahlung absorbiert wird. Weiterhin erfordert auch
15 die epitaktische Ausbildung einer SiC-Schicht mit ausreichender Kristallqualität einen hohen Herstellungsaufwand.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein technisch einfaches und kostengünstiges Herstellungsverfahren für GaN-basierende Halbleiterbauelemente anzugeben. Weiterhin ist es
20 Aufgabe der Erfindung, ein Herstellungsverfahren für Halbleiterbauelemente mit einer erhöhten Strahlungsausbeute zu entwickeln.

25 Diese Aufgabe wird durch ein Herstellungsverfahren nach Patentanspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Bei dem erfindungsgemäßen Herstellungsverfahren wird eine
30 Mehrzahl von GaN-basierenden Schichten epitaktisch auf ein Verbundsubstrat aufgebracht, das einen Substratkörper und eine Zwischenschicht aufweist, wobei der thermische Ausdehnungskoeffizient des Substratkörpers ähnlich oder größer ist als der thermische Ausdehnungskoeffizient der GaN-basierenden
35 Schichten.

Bei einer Mehrzahl GaN-basierender Schichten unterschiedlicher Zusammensetzung unterscheiden sich auch deren thermische Ausdehnungskoeffizienten. Diese Abweichungen sind aber in der Regel geringfügig und können gegenüber dem Unterschied zum thermischen Ausdehnungskoeffizienten des Substratkörpers vernachlässigt werden. Als thermischer Ausdehnungskoeffizient der GaN-basierenden Schichten ist dabei vor allem der thermische Ausdehnungskoeffizient der an das Verbundsubstrat angrenzenden Schicht maßgeblich. Weiterhin kann hierfür je nach Struktur der Schichtenfolge auch der thermische Ausdehnungskoeffizient der GaN-basierenden Schicht mit der größten Dicke oder der Mittelwert der thermischen Ausdehnungskoeffizienten, gegebenenfalls gewichtet mit der jeweiligen Schichtdicke, herangezogen werden.

Bei der Erfindung ist der thermische Ausdehnungskoeffizient des Substratkörpers größer oder ähnlich diesem thermischen Ausdehnungskoeffizienten der GaN-basierenden Schichten. Im letzteren Fall weicht vorzugsweise der thermische Ausdehnungskoeffizient des Substratkörpers um nicht mehr als 50%, besonders bevorzugt nicht mehr als 30% von dem Ausdehnungskoeffizienten der GaN-basierenden Schichten ab.

Unter einem Verbundsubstrat ist ein Substrat zu verstehen, das mindestens zwei Bereiche, den Substratkörper und die Zwischenschicht, enthält und als solches das Ausgangssubstrat für das Epitaxieverfahren darstellt. Insbesondere ist die Zwischenschicht nicht epitaktisch, sondern vorzugsweise vermittels eines Bonding-Verfahrens auf den Substratkörper aufgebracht.

Als Bonding-Verfahren eignet sich bevorzugt ein oxidisches Bonding-Verfahren oder ein Waferbonding-Verfahren. Beim oxidischen Bonding werden Substratkörper und Zwischenschicht unter Ausbildung einer Oxidschicht, beispielweise einer Siliziumoxidschicht, als Haftschrift miteinander verbunden, während beim Waferbonden der Substratkörper und die Zwischenschicht

unmittelbar aneinandergesetzt werden. Weitergehend können auch andere Bonding-Verfahren, beispielsweise eutektische Bonding-Verfahren oder Bonding-Verfahren, bei denen eine nichtoxidische Haftschrift ausgebildet wird, verwendet werden.

5

Bei einem Verbundsubstrat der beschriebenen Art sind die thermischen Eigenschaften vor allem durch den Substratkörper bestimmt, während davon weitgehend unabhängig die Epitaxieoberfläche und insbesondere deren Gitterkonstante durch die Zwischenschicht festgelegt ist. Somit kann mit Vorteil die Zwischenschicht optimal an die Gitterkonstante der aufzubringenden Schichten angepaßt werden. Zugleich wird durch die Verwendung eines Substratkörpers mit einem ausreichend hohen thermischen Ausdehnungskoeffizienten verhindert, daß nach der Aufbringung der GaN-basierenden Schichten diese in der Abkühlphase zugverspannt werden und sich dadurch Risse in den Schichten bilden. Vorzugsweise wird daher die Zwischenschicht so dünn ausgebildet, daß der thermische Ausdehnungskoeffizient des gesamten Verbundsubstrats im wesentlichen dem Ausdehnungskoeffizienten des Substratkörpers entspricht. Typischerweise ist dabei der Substratkörper mindestens zwanzigmal dicker als die Zwischenschicht.

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung enthält der Substratkörper SiC, Si oder GaN, vorzugsweise polykristallin (Poly-SiC, Poly-Si bzw. Poly-GaN), Saphir oder AlN. Der thermische Ausdehnungskoeffizient von SiC ist ähnlich dem Ausdehnungskoeffizienten von GaN-basierenden Materialien, die übrigen genannten Materialien weisen einen größeren thermischen Ausdehnungskoeffizienten als GaN-basierende Materialien auf. Damit wird mit Vorteil eine Rissbildung bei der Abkühlung der epitaktisch aufgetragenen Schichten vermieden.

Bei einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung enthält die Zwischenschicht SiC, Silizium, Saphir, MgO, GaN oder AlGaIn. Diese Materialien eignen sich insbesondere zur Ausbildung einer im wesentlichen monokristallinen Oberfläche mit einer an

GaN angepaßten Gitterkonstante. Bevorzugt wird als Epitaxieoberfläche eine Si(111)-Oberfläche oder eine monokristalline SiC-Oberfläche verwendet, auf der die GaN-basierenden Schichten aufgewachsen werden.

5

Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung werden die GaN-basierenden Schichten auf einem Verbundsubstrat abgeschieden, bei dem die Zwischenschicht durch ein Bondingverfahren, beispielsweise ein Waferbonding-Verfahren oder ein
10 oxidisches Bondingverfahren, auf den Substratkörper aufgebracht ist. Vorzugsweise wird zwischen Substratkörper und Zwischenschicht eine Haftschrift, beispielsweise aus Siliziumoxid, ausgebildet.

15 Mittels eines Bonding-Verfahrens kann mit Vorteil eine Vielzahl von Materialsystemen kombiniert werden, ohne durch Materialunverträglichkeiten, wie sie beispielsweise beim epitaktischen Aufbringen einer Zwischenschicht auf einen Substratkörper auftreten, limitiert zu sein.

20

Um eine ausreichend dünne Zwischenschicht zu erhalten, kann dabei auch zunächst eine dickere Zwischenschicht auf den Substratkörper aufgebondet werden, die dann, beispielsweise durch Schleifen oder Spalten, auf die erforderliche Dicke abgedünnt wird.
25

Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird vor der Abscheidung der GaN-basierenden Schichten auf dem Verbundsubstrat eine Maskenschicht ausgebildet, so daß nur auf
30 den von der Maske unbedeckten Bereichen der Epitaxieoberfläche die GaN-basierenden Schichten aufwachsen. Dadurch werden mit Vorteil die GaN-basierenden Schichten in der Schichtebene unterbrochen und so ein zusätzlicher Schutz gegen Zugverspannung und die damit einhergehende Rissbildung erreicht.

35

Eine weiter bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung besteht darin, die GaN-basierenden Schichten nach der Abscheidung auf

dem Verbundsubstrat in einzelne Halbleiterschichtstapel zu strukturieren. Danach wird auf die GaN-basierenden Halbleiterschichtstapel ein Träger aufgebracht und das Verbundsubstrat abgelöst. Das Verbundsubstrat kann so zumindest zu Teilen wiederverwendet werden. Dies stellt einen besonderen Vorteil bei SiC-Substratkörpern dar, deren Herstellung mit sehr hohen Kosten verbunden ist. Weiterhin wird auf diese Art und Weise ein Dünnschichtbauelement hergestellt. Unter einem Dünnschichtbauelement ist dabei ein Bauelement zu verstehen, das kein Epitaxiesubstrat enthält.

Im Falle von strahlungsemittierenden Halbleiterbauelementen wird so eine Erhöhung der Strahlungsausbeute erzielt, da eine Absorption der erzeugten Strahlung im Epitaxiesubstrat, wie sie insbesondere bei SiC-Substraten auftritt, vermieden wird.

Als Material für den Träger eignen sich beispielsweise GaAs, Germanium, Silizium, Zinkoxid oder Metalle, insbesondere Molybdän, Aluminium, Kupfer, Wolfram, Eisen, Nickel, Kobalt oder Legierungen hiervon.

Bevorzugt ist dabei das Trägermaterial so gewählt, daß dessen thermischer Ausdehnungskoeffizient an den thermischen Ausdehnungskoeffizienten der GaN-basierenden Schichten und gegebenenfalls an den thermischen Ausdehnungskoeffizienten des Substratkörpers angepaßt ist. Eine Anpassung an den thermischen Ausdehnungskoeffizienten des Substratkörpers ist insbesondere dann zweckmäßig, wenn zwischen Aufbringung des Trägers und Ablösung der GaN-basierenden Schichten von dem Verbundsubstrat die Temperatur geändert wird. Stark unterschiedliche thermische Ausdehnungskoeffizienten würden zu einer unterschiedlichen Ausdehnung von Träger und Verbundsubstrat führen und so die Gefahr einer Beschädigung der dazwischenliegenden GaN-basierenden Schichten aufgrund zu hoher mechanischer Spannungen erhöhen.

Eine Anpassung der thermischen Ausdehnungskoeffizienten von Träger und GaN-basierenden Schichten ist vorteilhaft, um mechanische Spannungen, die einerseits nach der Herstellung der Halbleiterkörper während einer Abkühlphase und andererseits im Betrieb, beispielsweise aufgrund einer Aufheizung durch Verlustleistung, auftreten können, gering zu halten.

Angepaßte thermische Ausdehnungskoeffizienten sind insbesondere dadurch gekennzeichnet, daß ihre Differenz so gering ist, daß im Rahmen der auftretenden Temperaturänderungen im wesentlichen keine Schäden an den GaN -basierenden Schichten durch thermisch induzierte mechanische Verspannungen verursacht werden. Vorzugsweise sollte die relative Abweichung des thermischen Ausdehnungskoeffizienten des Trägers von dem thermischen Ausdehnungskoeffizienten des Verbundsubstrats kleiner als 50%, besonders bevorzugt kleiner als 30% sein.

Die auftretenden Temperaturänderungen sind beispielsweise bedingt durch das jeweilige Verfahren zur Trennung der GaN-basierenden Schichten von dem Verbundsubstrat, die bei der Herstellung, insbesondere während der Aufbringung des Trägers, herrschende Temperatur gegenüber der vorgesehenen Betriebstemperatur und/oder die aufgrund der Betriebspezifikation zu erwartende Verlustleistung.

Bevorzugt ist das Trägermaterial so gewählt, daß der thermische Ausdehnungskoeffizient des Trägers zwischen dem thermischen Ausdehnungskoeffizienten des Substratkörpers und dem thermischen Ausdehnungskoeffizienten der GaN-basierenden Schichten liegt. Besonders bevorzugt ist dabei der thermische Ausdehnungskoeffizient des Trägers größer als der arithmetische Mittelwert der thermischen Ausdehnungskoeffizienten von Verbundsubstrat und GaN-basierenden Schichten.

Das beschriebene sogenannte Umbonden der Halbleiterschichtstapel von dem Verbundsubstrat auf einen Träger kann bei der Erfindung auch in zwei Schritten erfolgen, wobei die GaN-ba-

sierenden Halbleiterschichtstapel zunächst auf einen Zwischenträger und dann auf den eigentlichen Träger gebondet werden, so daß abschließend der eigentliche Träger an die Stelle des Verbundsubstrats tritt. Mit Vorteil weisen so hergestellte Halbleiterschichtstapel eine entsprechende Schichtenfolge wie GaN-basierendes Halbleiterkörper mit Epitaxie-substrat nach dem Stand der Technik auf, so daß für beide Schichtstapel dieselben nachfolgenden Verarbeitungsschritte wie beispielsweise Vereinzeln, Kontaktieren und Einbau in ein Gehäuse herangezogen werden können.

Bei einer besonders bevorzugten Weiterbildung des Herstellungsverfahrens für strahlungsemittierende Halbleiterkörper auf GaN-Basis wird auf dem Halbleiterschichtstapel zur Steigerung der Strahlungsausbeute eine Reflektorschicht ausgebildet. Die Strahlungsausbeute bei GaN-basierenden Halbleiterbauelementen wird aufgrund des hohen Brechungsindex von GaN-basierenden Materialien zum Großteil durch Reflexion an den Grenzflächen des Halbleiterkörpers begrenzt. Bei strahlungsemittierenden Halbleiterkörpern ohne absorbierendes Substrat können mit Vorteil durch eine Reflektorschicht die an der Auskoppelfläche reflektierten Strahlungsanteile wiederum auf die Auskoppelfläche zurückgerichtet werden. Damit wird die Strahlungsausbeute weiter erhöht.

Vorzugsweise wird die Reflektorschicht als Metallschicht, die beispielsweise Aluminium, Silber oder eine entsprechende Aluminium- oder Silberlegierung enthält, ausgebildet.

Mit Vorteil kann eine solche Metallschicht zugleich als Kontaktfläche verwendet werden. Alternativ kann die Reflektorschicht auch durch eine dielektrische Verspiegelung in Form einer Mehrzahl von dielektrischen Schichten ausgebildet werden.

Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird zumindest ein Teil der Oberfläche des Halbleiterschichtstapels

aufgeraut. Dadurch wird eine Totalreflexion an der Oberfläche gestört und so eine Erhöhung der Strahlungsausbeute erzielt. Vorzugsweise erfolgt die Aufrauhung durch Ätzen oder ein Sandstrahlverfahren.

5

Weitere Merkmale, Vorteile und Zweckmäßigkeiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von drei Ausführungsbeispielen in Verbindung mit den Figuren 1 bis 3.

10 Es zeigen

Figur 1 eine schematische Schnittdarstellung eines ersten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Herstellungsverfahrens,

15

Figur 2 eine schematische Schnittdarstellung eines zweiten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Herstellungsverfahrens und

20 Figur 3 eine schematische Schnittdarstellung eines dritten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Herstellungsverfahrens.

25 Gleiche oder gleich wirkende Elemente sind hierbei mit denselben Bezugszeichen versehen.

Bei dem in Figur 1 dargestellten Herstellungsverfahren wird ein Verbundsubstrat mit einem Substratkörper 1 aus Poly-SiC verwendet, auf den in bekannter Weise eine monokristalline SiC-Zwischenschicht 2 aufgebondet ist. Hierzu ist zwischen dem Substratkörper 1 und der Zwischenschicht 2 eine Hafts-
30 schicht 3, beispielsweise aus Siliziumoxid, ausgebildet, Figur 1a.

35 Auf dieses Verbundsubstrat wird epitaktisch eine Mehrzahl von GaN-basierenden Schichten 4 aufgewachsen, Figur 1b. Die

Struktur der Schichtenfolge ist keinen prinzipiellen Beschränkungen unterworfen.

Vorzugsweise wird hierbei eine aktive, der Strahlungserzeugung dienende Schicht ausgebildet, die von einer oder mehreren Mantelschichten und/oder Wellenleiterschichten umgeben ist. Die aktive Schicht kann dabei durch eine Mehrzahl von dünnen Einzelschichten in Form einer Einfach- oder Mehrfachquantentopfstruktur ausgebildet sein.

Weiterhin ist es vorteilhaft, auf der Zwischenschicht 2 zunächst eine Pufferschicht, beispielsweise auf AlGa_N-Basis, auszubilden, durch die eine verbesserte Gitteranpassung und eine höhere Benetzbarkeit hinsichtlich der folgenden Schichten erreicht werden kann. Um die elektrische Leitfähigkeit einer solchen Pufferschicht zu erhöhen, können in die Pufferschicht elektrisch leitfähige Kanäle, beispielsweise auf InGa_N-Basis, eingeschlossen werden.

Anschließend werden die Ga_N-basierenden Schichten 4 durch eine laterale Strukturierung, vorzugsweise durch eine Mesa-Ätzung, in einzelne Halbleiterschichtstapel 5 unterteilt, Figur 1c.

Auf diese Halbleiterschichtstapel 5 wird im nächsten Schritt, Figur 1d, ein Träger 6, beispielsweise aus GaAs oder einem für die erzeugte Strahlung durchlässigen Material, aufgebracht.

Daraufhin wird das Verbundsubstrat einschließlich der Zwischenschicht 2 von den Halbleiterschichtstäbeln 5 abgelöst, Figur 1e. Dies kann beispielsweise durch ein Ätzverfahren erfolgen, bei dem die Zwischenschicht 2 oder die Haftschrift 3 zerstört wird. Weitergehend kann das Verbundsubstrat auch vermittels eines Laserablationsverfahrens entfernt werden, wobei in diesem Fall zweckmäßigerweise ein für die verwendete Laserstrahlung durchlässiger Substratkörper, beispielsweise

ein Saphirsubstratkörper, verwendet wird. Die Laserstrahlung kann so durch den Substratkörper hindurch auf die Zwischenschicht beziehungsweise die Haftschrift eingestrahlt werden. Mit Vorteil kann der Substratkörper 1 in einem weiteren Herstellungszklus wiederverwendet werden.

Wird zwischen der Aufbringung des Trägers und der Ablösung des Verbundsubstrats die Temperatur geändert, so ist eine Anpassung der thermischen Ausdehnungskoeffizienten von Träger und Substratkörper besonders zweckmäßig. Beispielsweise eignet sich in Verbindung mit einem Saphirsubstratkörper ein GaAs, Molybdän, Wolfram oder eine Fe-Ni-Co-Legierung enthaltender Träger. Zur Aufbringung eines metallischen Trägers kann beispielsweise ein eutektisches Bonding-Verfahren angewandt werden.

In Verbindung mit einem SiC-Substratkörper ist ein Silizium oder SiC, jeweils monokristallin oder vorzugsweise polykristallin, enthaltendes Material als Trägermaterial vorteilhaft. Hierbei eignet sich beispielsweise ein oxidisches Bonding-Verfahren zur Aufbringung des Trägers.

Nachfolgend werden auf die so gebildeten Dünnschichthalbleiterkörper 5 Kontaktflächen 10 aufgebracht, Figur 1f. Abschließend werden die Halbleiterschichtstapel 5 vereinzelt, Figur 1g, und in üblicher Weise weiterverarbeitet.

Bei dem in Figur 2 dargestellten Herstellungsverfahren wird wiederum ein Verbundsubstrat verwendet, das im wesentlichen von einem Poly-SiC-Substratkörper 1 und einer Si(111)-Zwischenschicht 2 gebildet wird. Die Zwischenschicht 2 ist mit Hilfe eines oxidischen Bonding-Verfahrens auf den Substratkörper 1 unter Ausbildung einer Siliziumoxid-Haftschrift 3 aufgebracht, Figur 2a. Alternativ können Substratkörper 1 und Zwischenschicht 2 auch durch ein anderes Bonding-Verfahren, zum Beispiel Waferbonding, verbunden werden.

Auf dieses Verbundsubstrat wird wiederum eine Mehrzahl von GaN-basierenden Schichten aufgewachsen, Figur 2b, die abschließend mit einer Kontaktschicht 8, beispielsweise aus Platin, versehen wird, Figur 2c.

5

Nachfolgend werden die GaN-basierenden Schichten 4 durch eine Ätzstrukturierung in einzelne Halbleiterschichtstapel 5 unterteilt, Figur 2d.

- 10 Auf diese so gebildeten Halbleiterschichtstapel 5 wird zum Schutz eine Passivierungsschicht 11, vorzugsweise auf Siliziumnitrid-Basis, aufgebracht, Figur 2e.

- 15 Auf den nicht von der Passivierungsschicht bedeckten Bereichen der Kontaktschicht 8 wird nun jeweils ein Bondlot 12 und darauf ein Reflektor 9 aus einer Silber- oder Aluminiumlegierung abgeschieden, Figur 2f.

- 20 Anschließend werden die Halbleiterschichtstapel 5 mit dem Reflektor 9 mittels eines eutektischen Bonding-Verfahrens auf einen Träger 6 umgebondet, Figur 2g.

Im nächsten Schritt, Figur 2h, wird der Substratkörper 1 entfernt und kann so wiederverwendet werden.

25

Abschließend werden die einzelnen Halbleiterschichtstapel oberseitig mit Kontaktflächen 10 versehen, Figur 2i. Nachfolgend können die Halbleiterschichtstapel vereinzelt und gegebenenfalls in ein Gehäuse eingebaut werden (nicht dargestellt).

30

Das in Figur 3 dargestellte Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Herstellungsverfahrens stellt eine Variante der vorigen Ausführungsbeispiele dar.

35

Wiederum wird, wie bereits beschrieben, als Epitaxiesubstrat ein Verbundsubstrat verwendet, Figur 3a.

Vor der Abscheidung der GaN-basierenden Schichten 4 wird auf die Epitaxieoberfläche der Zwischenschicht 2 eine Maskenschicht 7 aufgebracht, Figur 3b. Die GaN-basierenden Schichten 4 wachsen so nur auf den Bereichen der Epitaxieoberfläche auf, die von der Maskenschicht 7 nicht bedeckt sind (Epitaxiefenster), Figur 3c. Dadurch werden die GaN-basierenden Schichten 4 in Richtung der Schichtebene unterbrochen. So wird zusätzlich eine Zugverspannung in den eptiaktisch abgeschiedenen Schichten in der Abkühlphase vermieden.

Nachfolgend kann das Herstellungsverfahren wie in den anderen Ausführungsbeispielen fortgesetzt werden.

Die Erläuterung der Erfindung anhand der beschriebenen Ausführungsbeispiele ist selbstverständlich nicht als Beschränkung der Erfindung hierauf zu verstehen, sondern umfaßt alle Ausführungsformen, die von dem erfinderischen Gedanken Gebrauch machen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum epitaktischen Herstellen eines Halbleiterbauelements mit einer Mehrzahl von GaN-basierenden Schichten
5 (4),

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
die GaN-basierenden Schichten (4) auf ein Verbundsubstrat
aufgebracht werden, das einen Substratkörper (1) und eine
Zwischenschicht (2) aufweist, wobei der thermische Ausdehnungs-
10 koeffizient des Substratkörpers (1) ähnlich oder vorzugsweise größer ist als der thermische Ausdehnungskoeffizient der GaN-basierenden Schichten (4) und die GaN-basierenden Schichten (4) auf der Zwischenschicht (2) abgeschieden werden.

15 2. Verfahren nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
die Dicke der Zwischenschicht (2) so gering ist, daß der thermische Ausdehnungskoeffizient des Verbundsubstrats im wesentlichen durch den Substratkörper (1) bestimmt ist.
20

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
der Substratkörper (1) SiC, Poly-SiC, Si, Poly-Si, Saphir,
25 GaN, Poly-GaN oder AlN enthält.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
die Zwischenschicht (2) SiC, Si, Saphir, MgO, GaN oder
30 AlGaIn enthält.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
die Zwischenschicht (2) zumindest in Teilbereichen eine mono-
35 kristalline Oberfläche aufweist.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, daß
der Substratkörper (1) Poly-SiC und die Zwischenschicht (2)
monokristallines SiC enthält.

5

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, daß
der Substratkörper (1) Poly-Si und die Zwischenschicht (2)
monokristallines Si enthält.

10

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, daß
der Substratkörper (1) Poly-GaN und die Zwischenschicht (2)
monokristallines GaN enthält.

15

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet, daß
die GaN-basierenden Schichten (4) auf einer Si(111)-Oberflä-
che oder einer zumindest in Teilbereichen monokristallinen
SiC-Oberfläche der Zwischenschicht (2) abgeschieden werden.

20

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Zwischenschicht (2) mittels eines Bonding-Verfahrens,
insbesondere mittels eines oxidischen Bonding-Verfahrens
oder eines Waferbonding-Verfahrens, auf den Substratkörper
(1) aufgebracht ist.

25

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
dadurch gekennzeichnet, daß
zwischen Substratkörper (1) und Zwischenschicht (2) eine
Haftschicht (3) ausgebildet ist.

30

12. Verfahren nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Haftschicht (3) Siliziumoxid enthält.

35

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
vor dem Aufbringen der GaN-basierenden Schichten auf dem Ver-
bundssubstrat eine Maskenschicht (7) mit Epitaxiefenstern aus-
5 gebildet wird, wobei die Epitaxieoberfläche des Verbunds-
substrats innerhalb der Epitaxiefenster unbedeckt bleibt.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
10 die GaN-basierenden Schichten (4) nach der Aufbringung auf
das Verbundssubstrat in einzelne Halbleiterschichtstapel (5)
strukturiert werden.

15. Verfahren nach Anspruch 14,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
das Verfahren fortgesetzt wird mit den Schritten:
- Aufbringen eines Trägers (6) auf die Halbleiterschicht-
stapel (5),
- Ablösen des Verbundssubstrats.

20 16. Verfahren nach Anspruch 14,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
das Verfahren fortgesetzt wird mit den Schritten:
- Aufbringen eines Zwischenträgers auf die Halbleiter-
25 schichtstapel (5),
- Ablösen des Verbundssubstrats,
- Aufbringen eines Trägers (6) auf der Seite der Halblei-
terschichtstapel (5), von der das Verbundssubstrat abge-
löst wurde,
30 - Ablösen des Zwischenträgers.

17. Verfahren nach Anspruch 15 oder 16,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
der Träger (6) mindestens eine der Verbindungen beziehungs-
35 weise mindestens eines der Elemente GaAs, Germanium, Sili-
zium, Zinkoxid, Molybdän, Aluminium, Kupfer, Eisen, Nickel
oder Kobalt enthält.

18. Verfahren nach Anspruch 17,
dadurch gekennzeichnet, daß
der Substratkörper Saphir und der Träger (6) GaAs, Molybdän,
Wolfram oder eine Fe-Ni-Co-Legierung enthält.

5

19. Verfahren nach Anspruch 17,
dadurch gekennzeichnet, daß
der Substratkörper (1) SiC und der Träger (6) Silizium oder
SiC enthält.

10

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 19,
dadurch gekennzeichnet, daß
der thermische Ausdehnungskoeffizient des Trägers (6) an den
thermischen Ausdehnungskoeffizienten der GaN-basierenden
15 Schichten (4) angepaßt ist.

21. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 20,
dadurch gekennzeichnet, daß
der thermische Ausdehnungskoeffizient des Trägers (6) an den
20 thermischen Ausdehnungskoeffizienten des Substratkörpers (1)
angepaßt ist.

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 21,
dadurch gekennzeichnet, daß
25 der thermische Ausdehnungskoeffizient des Trägers (6)
zwischen dem thermischen Ausdehnungskoeffizienten des Sub-
stratkörpers (1) und dem thermischen Ausdehnungskoeffizienten
der GaN-basierenden Schichten (4) liegt.

30 23. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 22
dadurch gekennzeichnet, daß
auf den GaN-basierenden Schichten (4) beziehungsweise den
Halbleiterschichtstapeln (5) eine Reflektorschicht (9) ausge-
bildet wird.

35

24. Verfahren nach Anspruch 23,
dadurch gekennzeichnet, daß

die Reflektorschicht (9) durch Aufbringen einer Metallschicht gebildet wird.

25. Verfahren nach Anspruch 24,

5 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
die Metallschicht Silber, Aluminium oder eine Silber- oder
Aluminiumlegierung enthält.

26. Verfahren nach einem der Ansprüche 23 bis 25,

10 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
die Reflektorschicht (9) zugleich als Kontaktfläche dient.

27. Verfahren nach Anspruch 23,

15 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
die Reflektorschicht (9) durch eine dielektrische Verspiege-
lung gebildet wird.

28. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 27,

20 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
die Oberfläche der Halbleiterschichtstapel (5) zumindest be-
reichsweise aufgeraut wird.

29. Verfahren nach Anspruch 28,

25 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
die Oberfläche der Halbleiterschichtstapel (5) durch Ätzen
aufgeraut wird.

30. Verfahren nach Anspruch 28 oder 29,

30 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
die Oberfläche der Halbleiterschichtstapel (5) durch ein
Sandstrahlverfahren aufgeraut wird.

31. Dünnschichthalbleiterbauelement, eingeschlossen strah-
lungsemittierende Bauelemente, Dioden, Transistoren, strah-
35 lungsemittierende Dioden, LEDs, Halbleiterlaser und strah-
lungsdetektierende Bauelemente,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß

das Bauelement unter Anwendung eines Verfahrens nach Anspruch 15 oder 16 oder nach einem auf einen dieser Ansprüche rückbezogenen Anspruch hergestellt ist.

- 5 32. Verwendung eines Verbundsubstrats mit einem Substratkörper (1) und einer Zwischenschicht (2) zur epitaktischen Herstellung eines Halbleiterbauelements mit einer Mehrzahl GaN-basierender Schichten (4),
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
10 der Substratkörper (1) und die Zwischenschicht (2) durch ein Bonding-Verfahren verbunden sind.

33. Verwendung eines Verbundsubstrats nach Anspruch 32,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
15 der Substratkörper (1) und die Zwischenschicht (2) durch ein oxidisches Bonding-Verfahren oder ein Waferbonding-Verfahren verbunden sind.

FIG 1

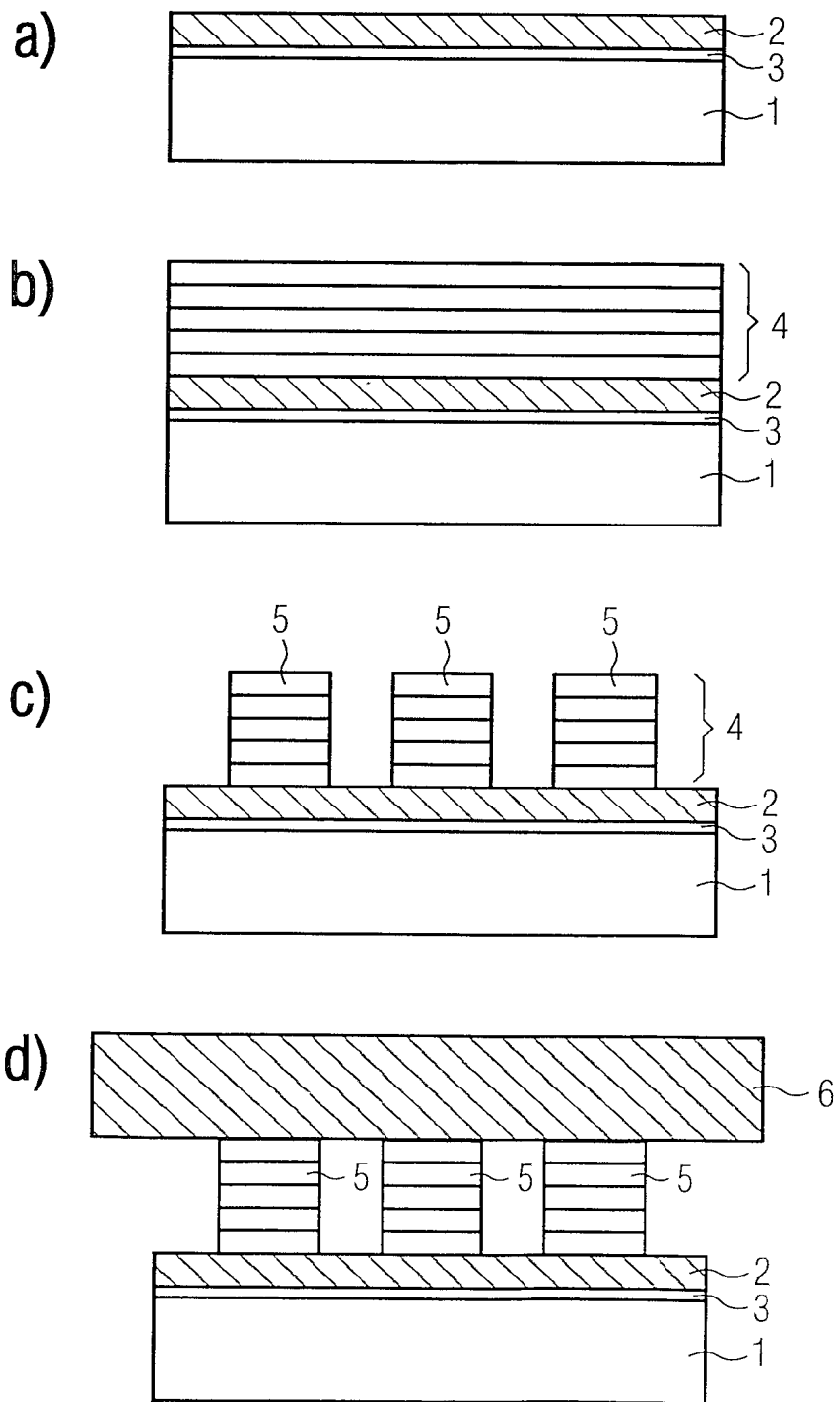


FIG 1

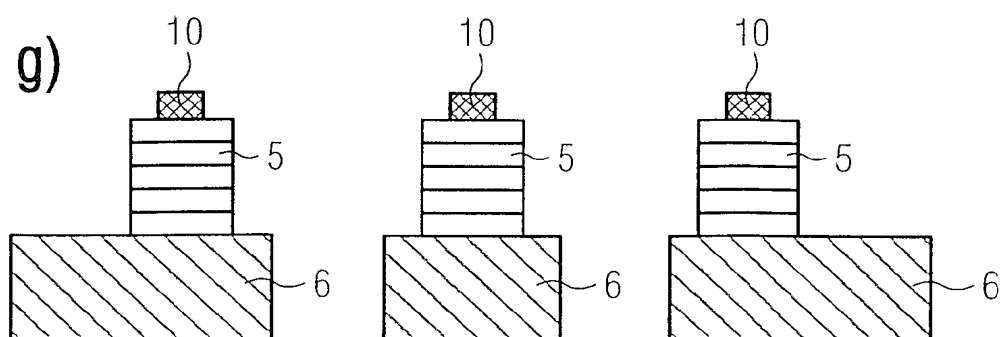
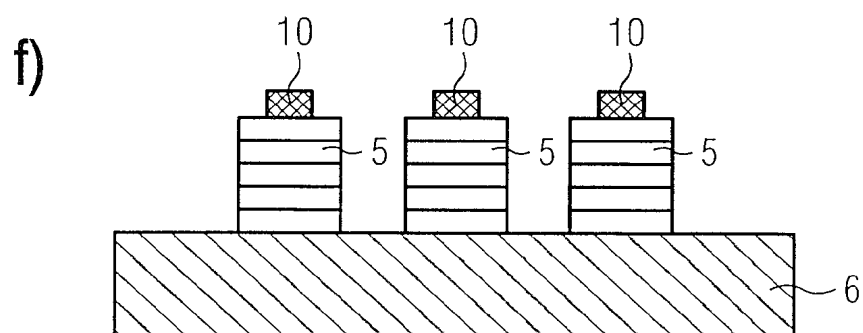
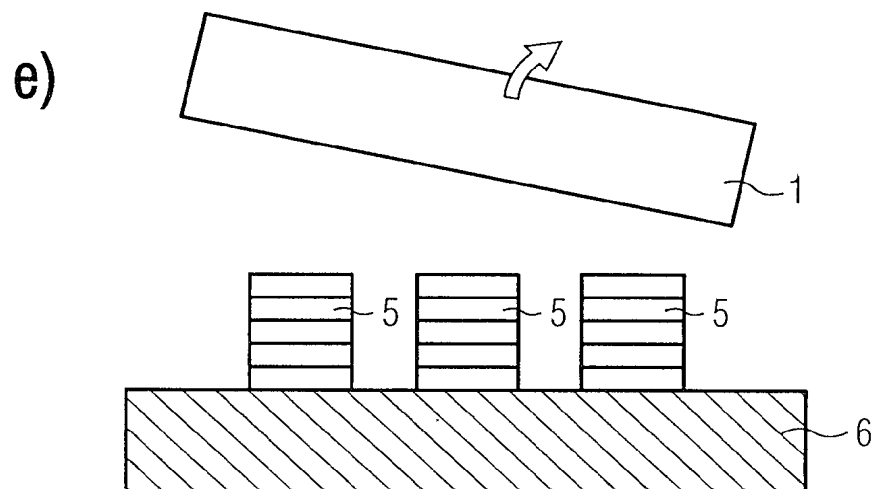


FIG 2

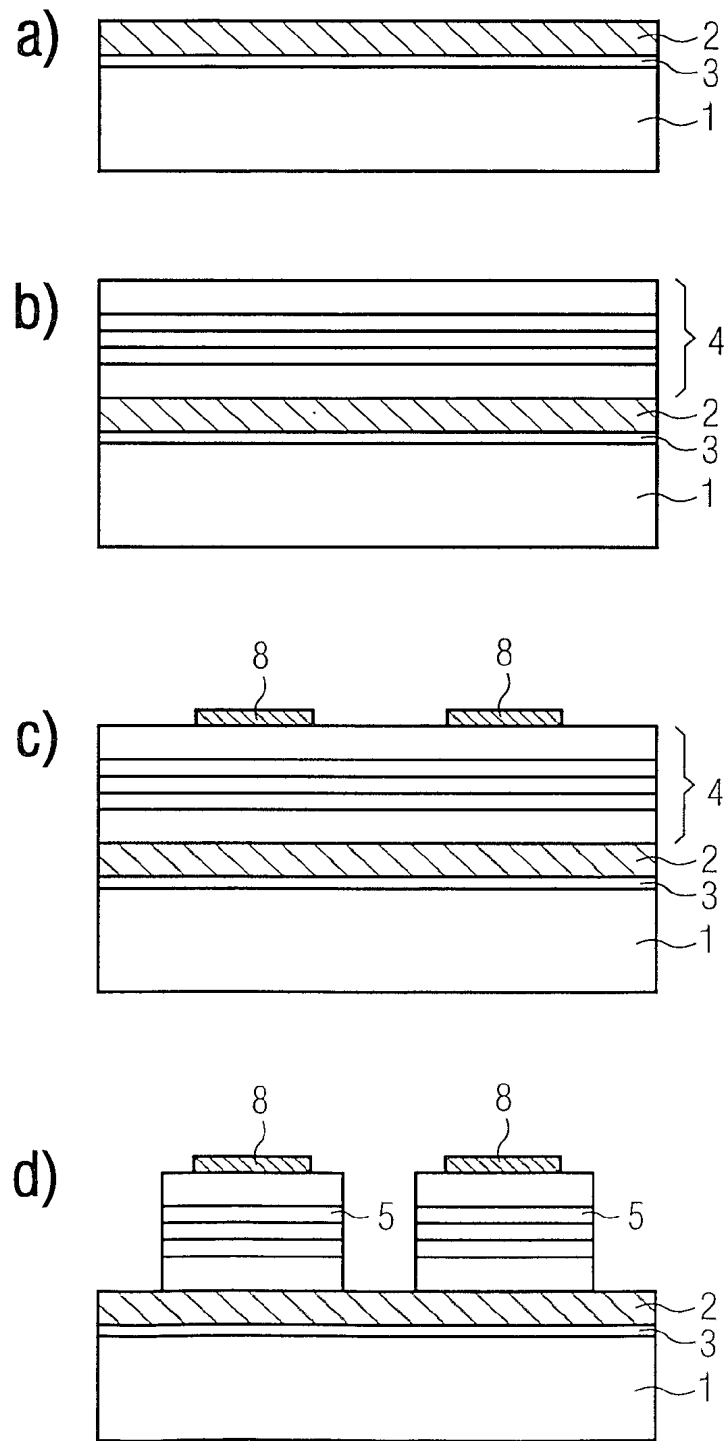


FIG 2

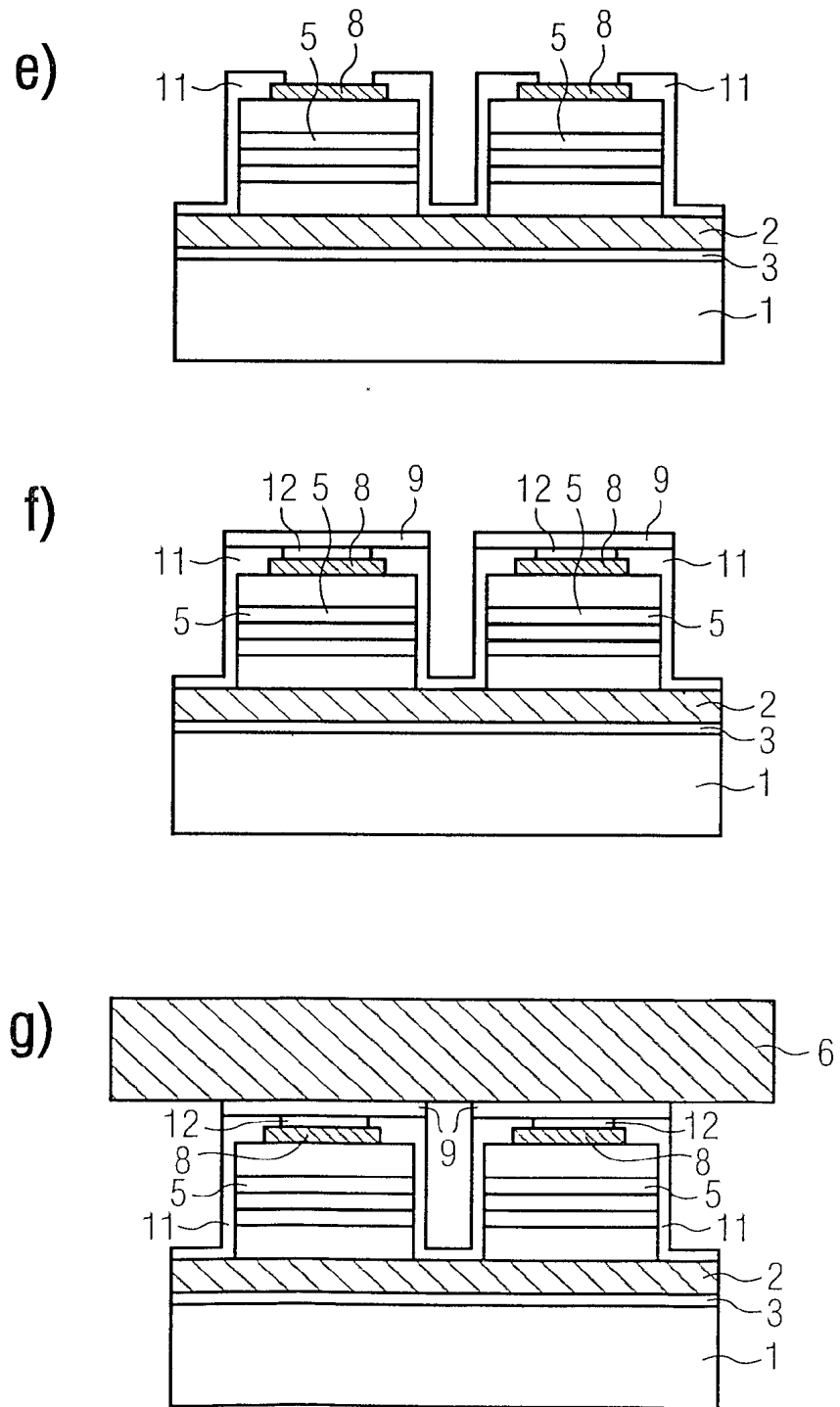
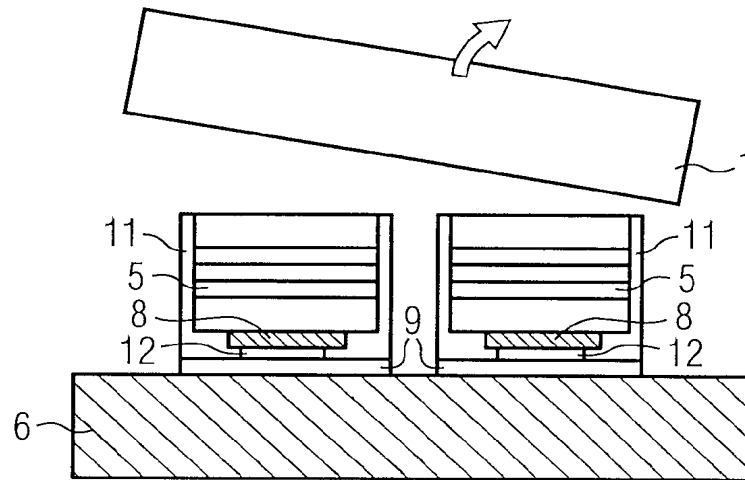


FIG 2

h)



i)

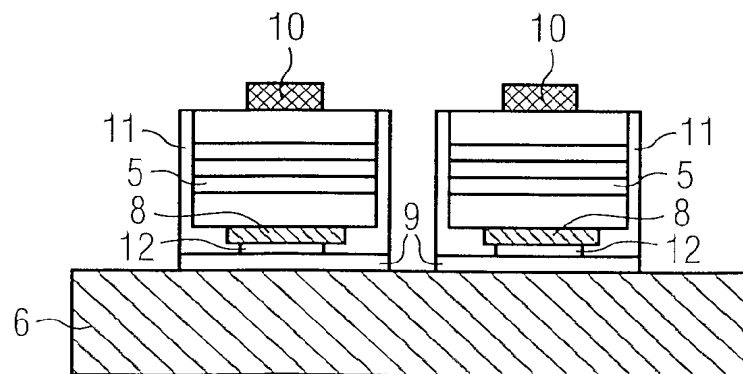
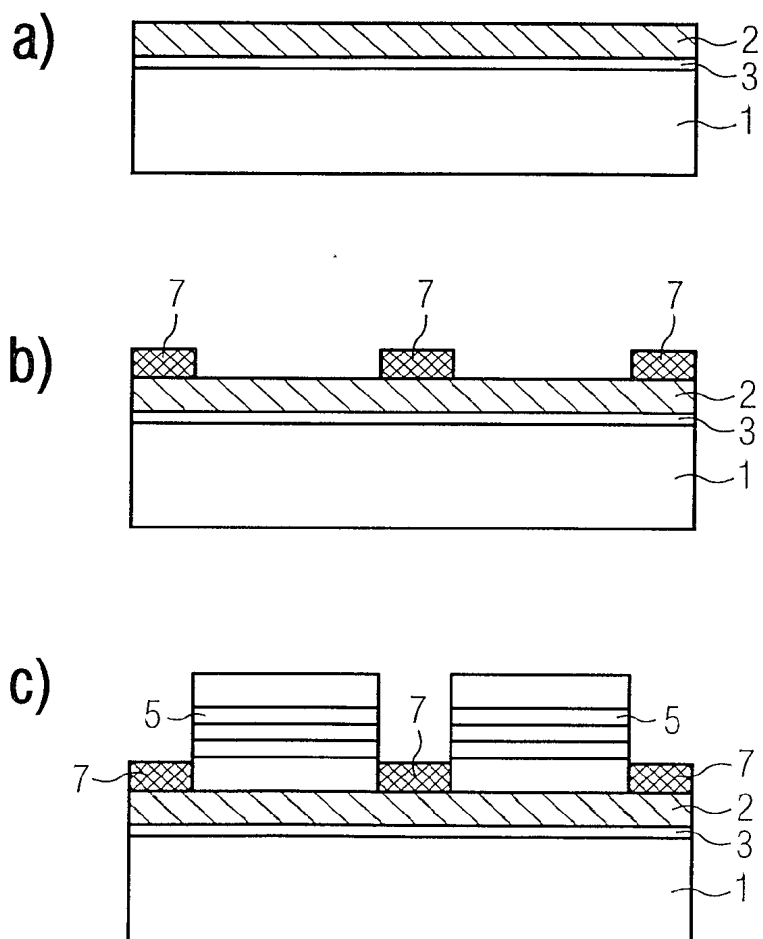


FIG 3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

tional Application No

PCT/DE 01/03851

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H01L33/00 H01L27/15 H01L21/18

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|---|-----------------------|
| X | US 5 786 606 A (ITAYA K ET AL) 28 July 1998 (1998-07-28) cited in the application | 1-5, 9, 11, 31 |
| Y | the whole document | 6, 10, 12, 13 |
| X | ----- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no. 13, 30 November 1998 (1998-11-30) -& JP 10 223496 A (ION KOGAKU KENKYUSHO), 21 August 1998 (1998-08-21) | 32, 33 |
| Y | paragraphs '0023!-'0042! | 6 |
| X | ----- EP 0 317 445 A (FUJITSU LTD) 24 May 1989 (1989-05-24) | 32, 33 |
| Y | column 4, line 24 -column 6, line 57 | 10, 12 |
| A | ----- -/-- | 19 |

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *Z* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

26 February 2002

Date of mailing of the international search report

05/03/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P. B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx 31 651 epo nl,
Fax. (+31-70) 340-3016

Authorized officer

van der Linden, J.E.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Original Application No

PCT/DE 01/03851

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|---|---------------------------------------|
| Y | DE 197 41 442 A (SIEMENS AG) 1 April 1999 (1999-04-01) the whole document --- | 13 |
| X | EP 0 871 228 A (MATSUSHITA ELECTRONICS CO) 14 October 1998 (1998-10-14) --- | 1-5, 14, 23, 24, 26, 31 |
| Y | the whole document | 15, 17, 18, 20-22, 25, 28-30 |
| X | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1999, no. 08, 30 June 1999 (1999-06-30) & JP 11 068157 A (SUMITOMO ELECTRIC IND), 9 March 1999 (1999-03-09) --- | 1, 2, 5 |
| Y | abstract | 15, 17, 18, 20-22 |
| Y | US 5 862 167 A (AKASAKI I ET AL) 19 January 1999 (1999-01-19) examples 3, 5 --- | 25 |
| Y | EP 0 404 565 A (MITSUBISHI KASEI CO) 27 December 1990 (1990-12-27) page 3, line 16-25 --- | 28-30 |
| X | US 5 661 074 A (TISCHLER M) 26 August 1997 (1997-08-26) --- | 1-5, 13 |
| A | column 9, line 3 -column 13, line 14 | 14 |
| X | DE 198 30 838 A (ROHM CO) 14 January 1999 (1999-01-14) --- | 1-5, 31 |
| A | column 6, line 62 -column 7 | 15-17, 23-26 |
| X | EP 0 810 674 A (SUMITOMO ELECTRIC IND) 3 December 1997 (1997-12-03) --- | 1, 2, 4, 5, 31 |
| A | examples 2, 3 | 15, 23, 24, 26 |
| X | EP 0 905 797 A (SIEMENS AG) 31 March 1999 (1999-03-31) --- | 1, 2, 5 |
| A | the whole document | 19, 20 |
| X | WO 00 19499 A (MAX PLANCK GESELLSCHAFT) 6 April 2000 (2000-04-06) --- | 32, 33 |
| A | the whole document | 6-8 |
| X | EP 0 282 075 A (SUMITOMO ELECTRIC IND) 14 September 1988 (1988-09-14) --- | 32, 33 |
| A | the whole document | 10-12 |
| | --- | |
| | -/-- | |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 01/03851

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|---|-----------------------|
| A | US 5 780 873 A (HATAKOSHI G ET AL) 14 July 1998 (1998-07-14) example 4 ---- | 1-5, 14, 15, 18 |
| A | EP 0 740 376 A (MITSUBISHI ELECTRIC CO) 30 October 1996 (1996-10-30) the whole document ---- | 13 |
| A | US 5 157 468 A (MATSUMOTO K) 20 October 1992 (1992-10-20) the whole document ----- | 27 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 01/03851

| Patent document cited in search report | | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|---|---|---------------------|----------------------------|---------------------|
| US 5786606 | A | 28-07-1998 | JP 9223819 A | 26-08-1997 |
| JP 10223496 | A | 21-08-1998 | NONE | |
| EP 0317445 | A | 24-05-1989 | JP 1135070 A | 26-05-1989 |
| | | | JP 1886204 C | 22-11-1994 |
| | | | JP 6007594 B | 26-01-1994 |
| | | | DE 3855249 D1 | 05-06-1996 |
| | | | DE 3855249 T2 | 14-08-1996 |
| | | | EP 0317445 A2 | 24-05-1989 |
| | | | KR 9109609 B1 | 23-11-1991 |
| | | | US 4983538 A | 08-01-1991 |
| DE 19741442 | A | 01-04-1999 | DE 19741442 A1 | 01-04-1999 |
| | | | CN 1218997 A | 09-06-1999 |
| | | | EP 0903792 A2 | 24-03-1999 |
| | | | JP 11154648 A | 08-06-1999 |
| | | | TW 393785 B | 11-06-2000 |
| | | | US 6100104 A | 08-08-2000 |
| EP 0871228 | A | 14-10-1998 | EP 0871228 A2 | 14-10-1998 |
| | | | JP 10341036 A | 22-12-1998 |
| | | | US 6069394 A | 30-05-2000 |
| JP 11068157 | A | 09-03-1999 | NONE | |
| US 5862167 | A | 19-01-1999 | JP 8032116 A | 02-02-1996 |
| EP 0404565 | A | 27-12-1990 | JP 2953468 B2 | 27-09-1999 |
| | | | JP 3024771 A | 01-02-1991 |
| | | | DE 69008931 D1 | 23-06-1994 |
| | | | DE 69008931 T2 | 08-12-1994 |
| | | | EP 0404565 A1 | 27-12-1990 |
| | | | KR 179952 B1 | 20-03-1999 |
| | | | US 5040044 A | 13-08-1991 |
| US 5661074 | A | 26-08-1997 | US 5585648 A | 17-12-1996 |
| | | | WO 9624167 A1 | 08-08-1996 |
| DE 19830838 | A | 14-01-1999 | JP 11031842 A | 02-02-1999 |
| | | | DE 19830838 A1 | 14-01-1999 |
| | | | TW 437110 B | 28-05-2001 |
| | | | US 6060730 A | 09-05-2000 |
| EP 0810674 | A | 03-12-1997 | JP 3164016 B2 | 08-05-2001 |
| | | | JP 10114600 A | 06-05-1998 |
| | | | CN 1171621 A | 28-01-1998 |
| | | | EP 0810674 A2 | 03-12-1997 |
| | | | TW 389939 B | 11-05-2000 |
| | | | US 5962875 A | 05-10-1999 |
| | | | US 5834325 A | 10-11-1998 |
| EP 0905797 | A | 31-03-1999 | US 6111272 A | 29-08-2000 |
| | | | EP 0905797 A2 | 31-03-1999 |
| WO 0019499 | A | 06-04-2000 | US 6150239 A | 21-11-2000 |
| | | | WO 0019499 A1 | 06-04-2000 |
| | | | EP 1118108 A1 | 25-07-2001 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 01/03851

| Patent document cited in search report | | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|---|---|---------------------|----------------------------|---------------------|
| EP 0282075 | A | 14-09-1988 | JP 2092736 C | 18-09-1996 |
| | | | JP 8010670 B | 31-01-1996 |
| | | | JP 63224213 A | 19-09-1988 |
| | | | JP 1042813 A | 15-02-1989 |
| | | | JP 2664056 B2 | 15-10-1997 |
| | | | DE 3852960 D1 | 23-03-1995 |
| | | | DE 3852960 T2 | 06-07-1995 |
| | | | DE 3856278 D1 | 14-01-1999 |
| | | | DE 3856278 T2 | 20-05-1999 |
| | | | DE 3856475 D1 | 12-07-2001 |
| | | | DE 3856475 T2 | 08-11-2001 |
| | | | EP 0282075 A2 | 14-09-1988 |
| | | | EP 0619599 A1 | 12-10-1994 |
| | | | EP 0635874 A1 | 25-01-1995 |
| | | | US 5373171 A | 13-12-1994 |
| US 5780873 | A | 14-07-1998 | JP 9129984 A | 16-05-1997 |
| EP 0740376 | A | 30-10-1996 | JP 8307001 A | 22-11-1996 |
| | | | CN 1136720 A | 27-11-1996 |
| | | | DE 69601477 D1 | 18-03-1999 |
| | | | EP 0740376 A1 | 30-10-1996 |
| | | | US 5701321 A | 23-12-1997 |
| US 5157468 | A | 20-10-1992 | JP 4132274 A | 06-05-1992 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

tionales Aktenzeichen

PCT/DE 01/03851

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 IPK 7 H01L33/00 H01L27/15 H01L21/18

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 IPK 7 H01L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|---|--------------------|
| X | US 5 786 606 A (ITAYA K ET AL) 28. Juli 1998 (1998-07-28) in der Anmeldung erwähnt | 1-5, 9, 11, 31 |
| Y | das ganze Dokument | 6, 10, 12, 13 |
| X | ----- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no. 13, 30. November 1998 (1998-11-30) -& JP 10 223496 A (ION KOGAKU KENKYUSHO), 21. August 1998 (1998-08-21) | 32, 33 |
| Y | Absätze '0023!-'0042! | 6 |
| X | ----- EP 0 317 445 A (FUJITSU LTD) 24. Mai 1989 (1989-05-24) | 32, 33 |
| Y | Spalte 4, Zeile 24 -Spalte 6, Zeile 57 | 10, 12 |
| A | ----- -/- | 19 |

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

26. Februar 2002

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

05/03/2002

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

van der Linden, J.E.

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr |
|------------|--|---------------------------------------|
| Y | DE 197 41 442 A (SIEMENS AG) 1. April 1999 (1999-04-01) das ganze Dokument --- | 13 |
| X | EP 0 871 228 A (MATSUSHITA ELECTRONICS CO) 14. Oktober 1998 (1998-10-14) | 1-5, 14, 23, 24, 26, 31 |
| Y | das ganze Dokument | 15, 17, 18, 20-22, 25, 28-30 |
| X | --- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1999, no. 08, 30. Juni 1999 (1999-06-30) & JP 11 068157 A (SUMITOMO ELECTRIC IND), 9. März 1999 (1999-03-09) | 1, 2, 5 |
| Y | Zusammenfassung | 15, 17, 18, 20-22 |
| Y | --- US 5 862 167 A (AKASAKI I ET AL) 19. Januar 1999 (1999-01-19) Beispiele 3, 5 | 25 |
| Y | --- EP 0 404 565 A (MITSUBISHI KASEI CO) 27. Dezember 1990 (1990-12-27) Seite 3, Zeile 16-25 | 28-30 |
| X | --- US 5 661 074 A (TISCHLER M) 26. August 1997 (1997-08-26) | 1-5, 13 |
| A | Spalte 9, Zeile 3 - Spalte 13, Zeile 14 | 14 |
| X | --- DE 198 30 838 A (ROHM CO) 14. Januar 1999 (1999-01-14) | 1-5, 31 |
| A | Spalte 6, Zeile 62 - Spalte 7 | 15-17, 23-26 |
| X | --- EP 0 810 674 A (SUMITOMO ELECTRIC IND) 3. Dezember 1997 (1997-12-03) | 1, 2, 4, 5, 31 |
| A | Beispiele 2, 3 | 15, 23, 24, 26 |
| X | --- EP 0 905 797 A (SIEMENS AG) 31. März 1999 (1999-03-31) | 1, 2, 5 |
| A | das ganze Dokument | 19, 20 |
| X | --- WO 00 19499 A (MAX PLANCK GESELLSCHAFT) 6. April 2000 (2000-04-06) | 32, 33 |
| A | das ganze Dokument | 6-8 |
| X | --- EP 0 282 075 A (SUMITOMO ELECTRIC IND) 14. September 1988 (1988-09-14) | 32, 33 |
| A | das ganze Dokument | 10-12 |
| | --- -/-- | |

| C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN | | |
|--|--|--------------------|
| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
| A | US 5 780 873 A (HATAKOSHI G ET AL) 14. Juli 1998 (1998-07-14) Beispiel 4 ---- | 1-5, 14, 15, 18 |
| A | EP 0 740 376 A (MITSUBISHI ELECTRIC CO) 30. Oktober 1996 (1996-10-30) das ganze Dokument ---- | 13 |
| A | US 5 157 468 A (MATSUMOTO K) 20. Oktober 1992 (1992-10-20) das ganze Dokument ----- | 27 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT
Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE 01/03851

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument | | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|---|---|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| US 5786606 | A | 28-07-1998 | JP 9223819 A | 26-08-1997 |
| JP 10223496 | A | 21-08-1998 | KEINE | |
| EP 0317445 | A | 24-05-1989 | JP 1135070 A | 26-05-1989 |
| | | | JP 1886204 C | 22-11-1994 |
| | | | JP 6007594 B | 26-01-1994 |
| | | | DE 3855249 D1 | 05-06-1996 |
| | | | DE 3855249 T2 | 14-08-1996 |
| | | | EP 0317445 A2 | 24-05-1989 |
| | | | KR 9109609 B1 | 23-11-1991 |
| | | | US 4983538 A | 08-01-1991 |
| DE 19741442 | A | 01-04-1999 | DE 19741442 A1 | 01-04-1999 |
| | | | CN 1218997 A | 09-06-1999 |
| | | | EP 0903792 A2 | 24-03-1999 |
| | | | JP 11154648 A | 08-06-1999 |
| | | | TW 393785 B | 11-06-2000 |
| | | | US 6100104 A | 08-08-2000 |
| EP 0871228 | A | 14-10-1998 | EP 0871228 A2 | 14-10-1998 |
| | | | JP 10341036 A | 22-12-1998 |
| | | | US 6069394 A | 30-05-2000 |
| JP 11068157 | A | 09-03-1999 | KEINE | |
| US 5862167 | A | 19-01-1999 | JP 8032116 A | 02-02-1996 |
| EP 0404565 | A | 27-12-1990 | JP 2953468 B2 | 27-09-1999 |
| | | | JP 3024771 A | 01-02-1991 |
| | | | DE 69008931 D1 | 23-06-1994 |
| | | | DE 69008931 T2 | 08-12-1994 |
| | | | EP 0404565 A1 | 27-12-1990 |
| | | | KR 179952 B1 | 20-03-1999 |
| | | | US 5040044 A | 13-08-1991 |
| US 5661074 | A | 26-08-1997 | US 5585648 A | 17-12-1996 |
| | | | WO 9624167 A1 | 08-08-1996 |
| DE 19830838 | A | 14-01-1999 | JP 11031842 A | 02-02-1999 |
| | | | DE 19830838 A1 | 14-01-1999 |
| | | | TW 437110 B | 28-05-2001 |
| | | | US 6060730 A | 09-05-2000 |
| EP 0810674 | A | 03-12-1997 | JP 3164016 B2 | 08-05-2001 |
| | | | JP 10114600 A | 06-05-1998 |
| | | | CN 1171621 A | 28-01-1998 |
| | | | EP 0810674 A2 | 03-12-1997 |
| | | | TW 389939 B | 11-05-2000 |
| | | | US 5962875 A | 05-10-1999 |
| | | | US 5834325 A | 10-11-1998 |
| EP 0905797 | A | 31-03-1999 | US 6111272 A | 29-08-2000 |
| | | | EP 0905797 A2 | 31-03-1999 |
| WO 0019499 | A | 06-04-2000 | US 6150239 A | 21-11-2000 |
| | | | WO 0019499 A1 | 06-04-2000 |
| | | | EP 1118108 A1 | 25-07-2001 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 01/03851

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| EP 0282075 | A | 14-09-1988 | JP 2092736 C 18-09-1996 |
| | | | JP 8010670 B 31-01-1996 |
| | | | JP 63224213 A 19-09-1988 |
| | | | JP 1042813 A 15-02-1989 |
| | | | JP 2664056 B2 15-10-1997 |
| | | | DE 3852960 D1 23-03-1995 |
| | | | DE 3852960 T2 06-07-1995 |
| | | | DE 3856278 D1 14-01-1999 |
| | | | DE 3856278 T2 20-05-1999 |
| | | | DE 3856475 D1 12-07-2001 |
| | | | DE 3856475 T2 08-11-2001 |
| | | | EP 0282075 A2 14-09-1988 |
| | | | EP 0619599 A1 12-10-1994 |
| | | | EP 0635874 A1 25-01-1995 |
| | | | US 5373171 A 13-12-1994 |
| US 5780873 | A | 14-07-1998 | JP 9129984 A 16-05-1997 |
| EP 0740376 | A | 30-10-1996 | JP 8307001 A 22-11-1996 |
| | | | CN 1136720 A 27-11-1996 |
| | | | DE 69601477 D1 18-03-1999 |
| | | | EP 0740376 A1 30-10-1996 |
| | | | US 5701321 A 23-12-1997 |
| US 5157468 | A | 20-10-1992 | JP 4132274 A 06-05-1992 |